



①⑨ **BUNDESREPUBLIK  
DEUTSCHLAND**



**DEUTSCHES  
PATENT- UND  
MARKENAMT**

⑫ **Pat ntschrift**  
⑩ **DE 199 40 284 C 1**

⑤① Int. Cl.<sup>7</sup>:  
**H 05 K 9/00**  
H 01 F 13/00  
H 04 B 15/00

②① Aktenzeichen: 199 40 284.1-34  
②② Anmeldetag: 25. 8. 1999  
④③ Offenlegungstag: -  
④⑤ Veröffentlichungstag  
der Patenterteilung: 21. 9. 2000

Innerhalb von 3 Monaten nach Veröffentlichung der Erteilung kann Einspruch erhoben werden

⑦③ **Patentinhaber:**  
DaimlerChrysler AG, 70567 Stuttgart, DE

⑦② **Erfinder:**  
Minuth, Jürgen, Dipl.-Ing., 73079 Sößen, DE

⑤⑤ **Für die Beurteilung der Patentfähigkeit in Betracht  
gezogene Druckschriften:**  
DE 42 17 302 A1

⑤④ **Vorrichtung zur Feldkompensation**

⑤⑦ Die Erfindung betrifft eine Vorrichtung zur Kompensation eines elektrischen und/oder magnetischen Feldes, das von in elektrischen Störleitern wirkenden elektrischen Störungen erzeugt wird, mit elektrischen Kompensationsleitern, die entlang der Störleiter angeordnet und mit einer Kompensationsschaltung verbunden sind. Erfindungsgemäß umfaßt die Kompensationsschaltung Mittel zum Erfassen der in den Störleitern wirkenden Störungen und Schaltungsmittel zum Erzeugen von in den Kompensationsleitern wirkenden Kompensationsgrößen in Abhängigkeit von den erfassten Störungen. Verwendung z. B. als Maßnahme zur Verbesserung der elektromagnetischen Verträglichkeit in Kraftfahrzeugen mit CAN-Bus-Systemen.

**DE 199 40 284 C 1**

**DE 199 40 284 C 1**

## Beschreibung

Die Erfindung betrifft eine Vorrichtung zur Kompensation eines elektrischen und/oder magnetischen Feldes nach dem Oberbegriff des Anspruchs 1.

Bei zahlreichen empfindlichen elektrischen Einrichtungen, wie Empfangs- oder Meßgeräten, kann es zu Funktionsstörungen kommen, wenn diese Einrichtungen elektrischen und/oder magnetischen Feldern ausgesetzt sind. Solche Felder können sich auch auf biochemische Vorgänge auswirken, was zu Diskussionen um gesundheitliche Beeinträchtigungen beim Menschen geführt hat. Obwohl die Untersuchungen zu den unter dem Begriff "elektromagnetische Verträglichkeit" zusammengefaßten Auswirkungen solcher Felder bislang noch nicht zu einem eindeutigen Ergebnis geführt haben, wird versucht, das Auftreten dieser Felder nach Möglichkeit zu vermeiden.

Eine Möglichkeit, einen Ort von elektrischen und/oder magnetischen Feldern weitgehend freizuhalten, besteht darin, diesen Ort durch eine geeignete Abschirmung von der Quelle der Felder zu trennen. Elektrische Felder werden durch konstante elektrische Spannungen hervorgerufen, während magnetische Felder die Folge konstanter elektrischer Ströme sind. Elektrische Spannungen und elektrische Ströme werden im folgenden unter dem Begriff "elektrische Störungen" zusammengefaßt. Bei zeitveränderlichen elektrischen Störungen entstehen elektromagnetische Felder, durch deren Abstrahlung der Störquelle Energie entzogen wird. Die bekannten Abschirmungen enthalten elektrische Leiter, in denen durch das Störfeld elektrische Spannungen und/oder elektrische Ströme so erzeugt werden, daß jenseits der Abschirmung ein praktisch feldfreier Raum entsteht. In vielen Fällen ist es jedoch aus räumlichen Gründen nicht möglich, derartige Abschirmungen anzubringen.

Bei einem anderen Ansatz versucht man, die Störfelder durch Energieentzug zu dämpfen. In Frage kommen hierzu etwa verlustbehaftete magnetische Werkstoffe wie Ferrite oder verlustbehaftete Dielektrika wie beispielsweise mit Ruß versetzte Kunststoffe. Eine Felddämpfung ist jedoch aus den gleichen Gründen wie eine Feldabschirmung häufig nicht ohne weiteres möglich.

Im Gegensatz zu den vorstehend aufgeführten passiven Methoden zur Erzielung feldfreier Orte beruhen aktive Methoden auf einem Regelkreis. Dabei wird das zu kompensierende Störfeld gemessen und davon abhängig ein Kompensationsfeld erzeugt, das durch Überlagerung mit dem Störfeld zu dessen weitgehender Auslöschung führt.

Eine derartige aktive Abschirmung ist beispielsweise aus der DE 42 17 302 A1 bekannt. Um eine magnetische Abschirmkammer, in der sich ein empfindliches medizinisches Diagnosegerät befindet, ist ringsum eine Induktionsspule geführt. Diese dient als Meßeinrichtung, um ein externes magnetisches Störfeld zu messen. In unmittelbarer Nachbarschaft zur Induktionsspule ist eine Feldspule geführt, die mit einem Regler verbunden ist. Dieser treibt in Abhängigkeit vom gemessenen Störfeld einen Kompensationsstrom durch die Feldspule. Das davon erzeugte Feld kompensiert das gemessene Störfeld weitgehend. Aufgrund des erforderlichen Reglers ist eine derartige aktive Abschirmeinrichtung vergleichsweise aufwendig.

Es stellt sich daher die Aufgabe, eine Vorrichtung der eingangs genannten Art zur Kompensation eines von Spannungen oder Strömen in einem elektrischen Leiter hervorgerufenen elektrischen und/oder magnetischen Feldes anzugeben, die technisch einfach realisierbar und insbesondere zur Kompensation zeitlich schwach veränderlicher Störfelder geeignet ist.

Die Erfindung löst diese Aufgabe durch die Bereitstellung

einer Vorrichtung mit den Merkmalen des Anspruchs 1. Danach ist vorgesehen, daß die Kompensationsschaltung Mittel zum Erfassen der in den Störleitern wirkenden Störungen und Schaltungsmittel zum Erzeugen von in den Kompensationsleitern wirkenden Kompensationsgrößen in Abhängigkeit von den erfassten Störungen umfaßt. Im Gegensatz zu bekannten aktiven Kompensationsvorrichtungen wird bei der erfindungsgemäßen Vorrichtung somit nicht das zu kompensierende Feld, sondern die dieses Feld verursachende elektrische Störung erfaßt und ausgewertet. Da die Kompensationsleiter entlang der Störleiter angeordnet sind, genügt es, die Kompensationsgrößen unmittelbar in Abhängigkeit von den erfaßten elektrischen Störungen zu erzeugen. Die Kompensationsschaltung benötigt somit keinen Regelkreis, da die Kompensationsgrößen stets in einem vorab festgelegten funktionalen Zusammenhang mit den erfaßten elektrischen Störungen stehen. Der Aufbau der Kompensationsschaltung vereinfacht sich dadurch erheblich.

Falls es sich bei den elektrischen Störungen um elektrische Störspannungen handelt, so werden bei einer nach Anspruch 2 weitergebildeten Vorrichtung zur Kompensation des dadurch hervorgerufenen elektrischen Feldes an die Kompensationsleiter elektrische Kompensationsspannungen angelegt. Die Schaltungsmittel sind dabei so ausgeführt, daß die Summe aller Stör- und Kompensationsspannungen annähernd null beträgt. Von außen betrachtet scheint daher keine Spannung an der Anordnung von Stör- und Kompensationsleiter anzuliegen. Faktisch wird somit nicht das elektrische Feld, sondern bereits dessen Ursache, nämlich die elektrische Spannung, kompensiert.

Eine Ausgestaltung der Erfindung gemäß Anspruch 3 bezieht sich auf eine Anwendung für ein Gegentaktübertragungssystem, bei dem über einen oder mehrere (Stör-) Leiter Nachrichten in Form von Gegentaktsignalen übertragen werden. Im Idealfall entstehen bei derartigen Gegentaktübertragungssystemen keinerlei Summenspannungen entlang der Übertragungsleitungen. Bei realen Systemen hingegen treten insbesondere aufgrund nichtidentischer Treiber von null verschiedene Summenspannungen im Niederfrequenzbereich auf. In Kraftfahrzeugen, in denen derartige Gegentaktübertragungssysteme in Form von CAN-Bus-Systemen häufig eingesetzt werden, kann diese Summenspannung zu Problemen hinsichtlich der elektromagnetischen Verträglichkeit Anlaß geben. Bei der Ausgestaltung nach Anspruch 3 ist nun vorgesehen, daß zur Kompensation dieser Summenspannungen ein Kompensationsleiter entlang der Übertragungsleitungen angeordnet ist und die Schaltungsmittel so ausgeführt sind, daß die an dem Kompensationsleiter anliegende Kompensationsspannung zur Summenspannung gegenphasig ist. Die erfindungsgemäße Ausgestaltung erlaubt somit, mit sehr einfachen Mitteln die Auswirkungen von Summenspannungen in Gegentaktübertragungssystemen deutlich zu reduzieren.

Handelt es sich bei in den Störleitern wirkenden Störungen hingegen um elektrische Störströme, so sind gemäß Anspruch 4 die Kompensationsleiter mit elektrischen Kompensationsströmen zu beaufschlagen. Die Schaltungsmittel sind dabei so ausgeführt, daß die Summe aller Stör- und Kompensationsströme annähernd null beträgt.

Eine besonders gute Kompensation läßt sich erzielen, wenn gemäß Anspruch 5 die Kompensationsleiter symmetrisch zu den Störleitern angeordnet sind. Bei aderförmigen elektrischen Leitern kann eine solche Symmetrie beispielsweise gemäß Anspruch 5 durch Verdrillen der Kompensationsleiter mit den Störleitern erzielt werden.

Vorteilhafte Ausführungsformen der Erfindung werden im folgenden anhand der Zeichnungen näher erläutert, von denen zeigen:

**Fig. 1** eine Ersatzschaltung eines Störleiters mit anliegender Störspannung,

**Fig. 2** der Störleiter aus **Fig. 1** mit einem Kompensationsleiter und einer erfindungsgemäßen Kompensationsschaltung,

**Fig. 3** eine Anordnung entsprechend **Fig. 1**, jedoch mit einem Störstrom als Störgröße,

**Fig. 4** eine Anordnung entsprechend **Fig. 2**, jedoch für den Fall eines Störstroms als Störgröße gemäß **Fig. 3**,

**Fig. 5** einen Querschnitt durch eine Anordnung eines aderförmigen Störleiters mit einem aderförmigen Kompensationsleiter,

**Fig. 6** einen Querschnitt durch eine Anordnung zweier aderförmiger Störleiter mit zwei aderförmigen Kompensationsleitern,

**Fig. 7** eine Kompensationsschaltung für die Kompensation eines von einem elektrischen Störleiter hervorgerufenen elektrischen Feldes durch einen Kompensationsleiter,

**Fig. 8** eine Kompensationsschaltung für ein durch zwei elektrische Störleiter hervorgerufenes elektrisches Feld durch zwei Kompensationsleiter.

**Fig. 1** zeigt ein geerdetes, elektrisch leitfähiges Teil 1, welches vorliegend als Massepotential fungiert. Ein elektrischer Leiter 2 ist über einen elektrischen Widerstand 3 und eine Spannungsquelle 4 mit Masse 1 verbunden. Die Spannung zwischen dem Leiter 2 und Masse 1 ist in **Fig. 1** mit  $U_S$  angegeben und wird im folgenden als elektrische Störspannung bezeichnet. Aufgrund dieser Spannung entsteht zwischen dem Leiter 2 und Masse 1 ein elektrisches Feld.

**Fig. 2** zeigt die Anordnung aus **Fig. 1**, die um eine erfindungsgemäße Kompensationsvorrichtung ergänzt ist. Unmittelbar benachbart zum Störleiter 2 ist ein Kompensationsleiter 5 angeordnet. Dieser und der Störleiter 2 sind mit einer Kompensationsschaltung 6 verbunden, die außerdem an Masse 1 angeschlossen ist. Die Kompensationsschaltung 6 erfaßt die Störspannung  $U_S$ , die zwischen dem Störleiter 2 und Masse 1 anliegt. Die Kompensationsschaltung 6 umfaßt herkömmliche, nicht näher dargestellte Schaltungsmittel, die bewirken, daß die im Kompensationsleiter 5 anliegende Kompensationsspannung  $U_K$  entgegengesetzt gleich der erfassten Störspannung  $U_S$  ist. Das vom Kompensationsleiter 5 gegenüber Masse 1 erzeugte elektrische Feld ist somit dem elektrischen Feld entgegengerichtet, welches vom Störleiter 2 gegenüber Masse 1 erzeugt wird. Die Feldkompensation ist um so besser, je näher die Kompensationsspannung an der Störspannung liegt und je enger und symmetrischer gegen Masse der Kompensationsleiter 5 dem Störleiter 2 räumlich benachbart ist. Falls der Kompensationsleiter 5 nicht in unmittelbarer Nähe des Störleiters 2 angeordnet ist, wird dieser Tatsache durch eine entsprechende Anpassung der Kompensationsspannung  $U_K$  Rechnung getragen. Der funktionale Zusammenhang zwischen der Kompensationsspannung  $U_K$  und der Störspannung  $U_S$  richtet sich somit nach der räumlichen Anordnung des elektrischen Störleiters 2 zum Kompensationsleiter 5 und nach den elektrischen Eigenschaften beider Leiter.

Aus diesem einfachen Beispiel wird deutlich, daß die Zahl der Störleiter und die der Kompensationsleiter in weiten Grenzen beliebig ist. So ist es möglich, das von zwei oder mehr Störleitern erzeugte elektrische Feld mit nur einem Kompensationsleiter zu kompensieren. Umgekehrt können auch mehrere Kompensationsleiter vorgesehen sein, um das von einem Störleiter erzeugte elektrische Feld zu kompensieren. Es ist in beiden Fällen lediglich sicherzustellen, daß die Summe aller Stör- und aller Kompensationsspannungen annähernd null beträgt.

Das von der Kompensationsschaltung 6 abgewandte Ende des Kompensationsleiters 5 kann mit Masse 1 über einen

hochohmigen Abschlußwiderstand 7 verbunden sein.

Verglichen mit der in **Fig. 1** gezeigten Anordnung ist in **Fig. 3** die Spannungsquelle durch eine Stromquelle 8 ersetzt. Durch den Leiter 2 fließt ein Strom  $I_S$ , der im folgenden als Störstrom bezeichnet wird. Der Störstrom  $I_S$  erzeugt ein magnetisches Störfeld, welches kompensiert werden soll.

**Fig. 4** zeigt eine erfindungsgemäße Kompensationsvorrichtung zur Kompensation dieses magnetischen Störfeldes. Die Anordnung unterscheidet sich von der in **Fig. 2** dargestellten lediglich in der Ausführung der Schaltungsmittel, die Bestandteil der Kompensationsschaltung 6 sind. Die Schaltungsmittel sind in diesem Fall so ausgeführt, daß im Kompensationsleiter 5 ein Kompensationsstrom  $I_K$  fließt, der betragsmäßig gleich dem Störstrom  $I_S$  ist, jedoch in die entgegengesetzte Richtung fließt. Folglich hat auch das dadurch erregte Magnetfeld ein entgegengesetztes Vorzeichen und kompensiert somit das vom Störleiter 2 erregte Magnetfeld annähernd vollständig. Die oben angestellten Überlegungen, was die Zahl der Stör- und Kompensationsleiter betrifft, gelten hier entsprechend. Der Abschlußwiderstand 7 ist hier niederohmig zu wählen.

Aus den vorstehenden Ausführungen wird deutlich, daß die Kompensationsvorrichtung nach der Erfindung ebenso die Kompensation elektromagnetischer Felder erlaubt. In diesem Fall ist in dem oder den Kompensationsleitern sowohl eine Kompensationsspannung als auch ein Kompensationsstrom zu erzeugen. Zweckmäßigerweise wird dann ein mittelohmiger Abschlußwiderstand gewählt.

**Fig. 5** zeigt in einem Querschnitt einen aderförmigen Störleiter 2, der von einer Isolationsschicht 21 umgeben ist. Unmittelbar benachbart hierzu ist ein ebenfalls aderförmiger Kompensationsleiter 5 angeordnet, der in entsprechender Weise von einer Isolationsschicht 52 umgeben ist. Die beiden Leiter 2 und 5 sind miteinander verdreht und gemeinsam in einem Kabel 10 angeordnet.

Das in **Fig. 6** dargestellte Kabel 10 unterscheidet sich von dem in **Fig. 5** dargestellten dadurch, daß die Zahl der Stör- und der Kompensationsleiter jeweils verdoppelt ist. Speziell sind zwei Störleiter 2, 20 und symmetrisch dazu zwei Kompensationsleiter 5, 50 angeordnet und in der gemeinsamen Längsachse verdreht. Dadurch entsteht eine hochsymmetrische Anordnung, mit der sich eine besonders gute Kompensation der Störfelder erzielen läßt.

Die in der Kompensationsschaltung 6 vorzusehenden Mittel zum Erfassen der in den Störleitern wirkenden Störungen (elektrische Spannungen, elektrische Ströme) können in an sich bekannter Weise als Spannungs- und/oder Strommesser ausgeführt sein. Ebenfalls in der Kompensationsschaltung anzuordnende Schaltungsmittel zum Erzeugen der Kompensationsgrößen können als Operationsverstärkerschaltungen ausgeführt sein.

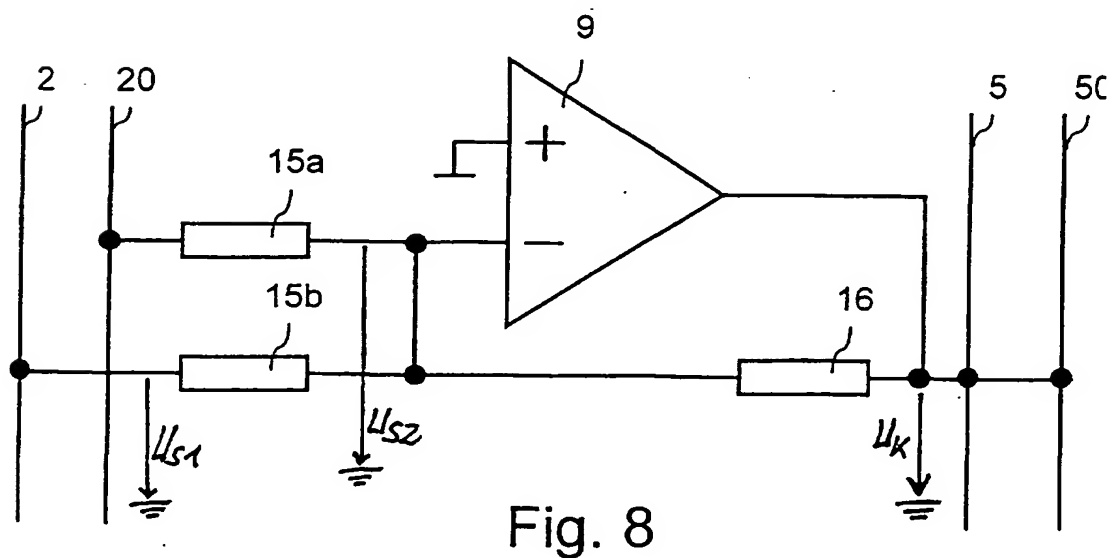
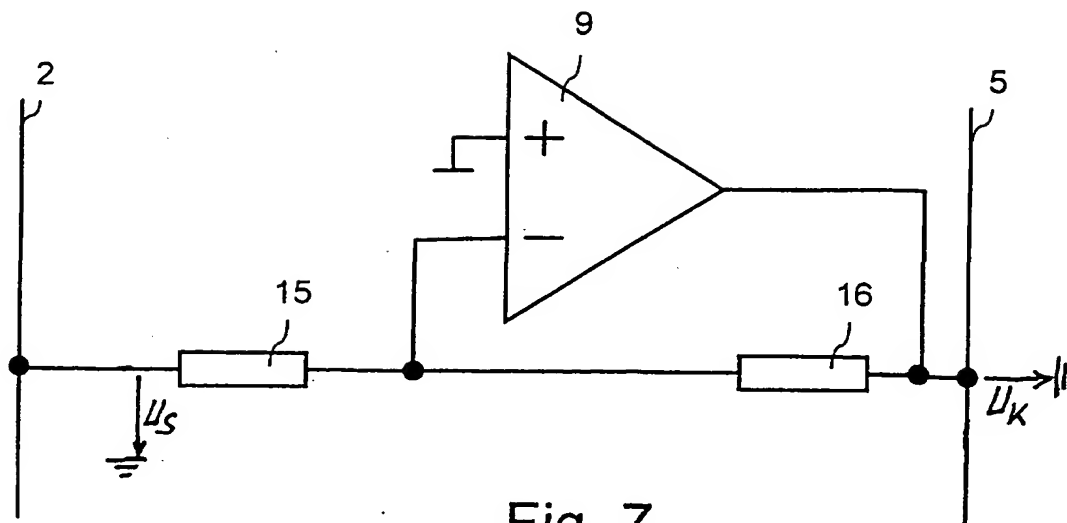
**Fig. 7** zeigt derartige Schaltungsmittel für den Fall, daß ein von einem Störleiter 2 erzeugtes elektrisches Feld mit Hilfe eines Kompensationsleiters 5 kompensiert werden soll. Die Schaltung umfaßt einen Operationsverstärker 9, an den eine an sich bekannte Rückkopplungsschaltung mit zwei Widerständen 15, 16 zwischen den Störleiter 2 und den Kompensationsleiter 5 geschaltet ist. Der Verstärkungsfaktor läßt sich durch die Wahl der Widerstände 15 und 16 festlegen. Aufgrund dieser Beschaltung liegt am Kompensationsleiter 5 eine Spannung  $U_K$  an, die proportional zu der am Störleiter 2 abgegriffenen Spannung  $U_S$  ist, aber ein entgegengesetztes Vorzeichen hat.

**Fig. 8** zeigt entsprechende Schaltungsmittel für den Fall, daß das von zwei Störleitern 2 und 20 erzeugte Störfeld von zwei Kompensationsleitern 5 und 50 kompensiert werden soll, entsprechend der Anordnung von **Fig. 6**. Am invertierten

renden Eingang des Operationsverstärkers 9 liegt hier die Summe  $U_{S1} + U_{S2}$  der an den beiden Störleitern 2 und 20 abgegriffenen Störgrößen  $U_{S1}$ ,  $U_{S2}$  an. Sind die beiden Störleiter 2 und 20 beispielsweise mit symmetrischen Gegentaktsignalen beaufschlagt, so liegt im Idealfall bei gleichen Vorwiderständen 15a und 15b der invertierende Eingang des Operationsverstärkers 9 auf Masse. Bei Phasenfehlern der Gegentaktsignale liegt dort hingegen ein von null verschiedenes Summensignal an, das vom Operationsverstärker 9 invertiert und gegebenenfalls verstärkt wird. Die Kompensationsleiter 5 und 50 werden mit diesem invertierten und gegebenenfalls verstärkten Differenzsignal  $U_K$  beaufschlagt. Der Verstärkungsfaktor läßt sich, ähnlich wie in Fig. 7, mit Hilfe der Widerstände 15a, 15b und 16 festlegen.

#### Patentansprüche

1. Vorrichtung zur Kompensation eines elektrischen und/oder magnetischen Feldes, das von in einem oder mehreren, elektrischen Störleitern (2, 20) wirkenden elektrischen Störungen ( $U_S$ ,  $I_S$ ) erzeugt wird, mit einem oder mehreren elektrischen Kompensationsleitern (5, 50), die entlang des oder der Störleiter angeordnet und mit einer Kompensationsschaltung (6) verbunden sind, **dadurch gekennzeichnet**, daß die Kompensationsschaltung (6) Mittel zum Erfassen der in dem oder den Störleitern wirkenden Störungen und Schaltungsmittel (9, 15, 15a, 15b, 16) zur Erzeugung von in dem oder den Kompensationsleitern wirkenden Kompensationsgrößen ( $U_K$ ,  $I_K$ ) in Abhängigkeit von den erfaßten Störungen umfaßt.
2. Vorrichtung nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß die in den Störleitern wirkenden Störungen an den Störleitungen anliegende elektrische Störspannungen ( $U_S$ ) sind, die Kompensationsgrößen an den Kompensationsleitern anliegende elektrische Kompensationsspannungen ( $U_K$ ) sind und die Schaltungsmittel so ausgeführt sind, daß die Summe aller Stör- und Kompensationsspannungen annähernd null beträgt.
3. Vorrichtung nach Anspruch 2, dadurch gekennzeichnet, daß die Störleiter zur Übertragung von Signalen im Gegentaktverfahren vorgesehen sind, nur ein einziger Kompensationsleiter vorhanden ist und die Schaltungsmittel so ausgeführt sind, daß die an dem Kompensationsleiter anliegende Kompensationsspannung zur Summe der ausgelegten Spannungssignale gegenphasig ist.
4. Vorrichtung nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß die in den Störleitern wirkenden Störungen in den Störleitern fließende elektrische Störströme ( $I_S$ ) sind, die Kompensationsgrößen in den Kompensationsleitern fließende elektrische Kompensationsströme ( $I_K$ ) sind und die Schaltungsmittel so ausgeführt sind, daß die Summe aller Stör- und Kompensationsströme annähernd null beträgt.
5. Vorrichtung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß die Kompensationsleiter (5, 50) symmetrisch zu den Störleitern (2, 20) angeordnet sind.
5. Vorrichtung nach Anspruch 5, dadurch gekennzeichnet, daß die Kompensationsleiter und die Störleiter miteinander verdreht sind.



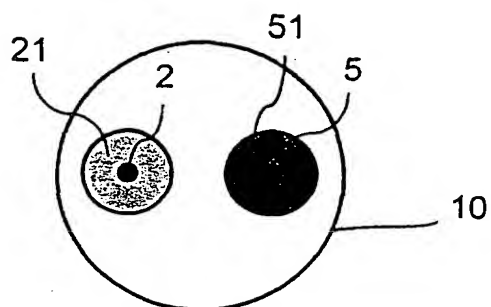


Fig. 5

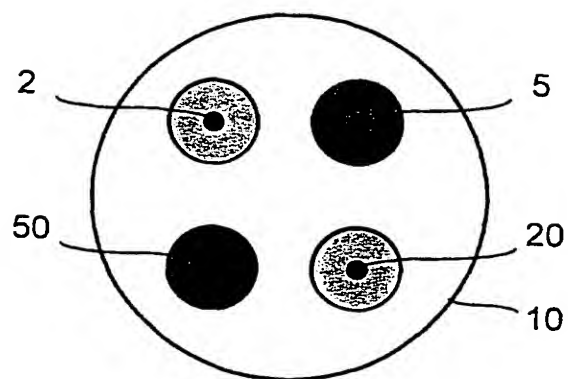


Fig. 6

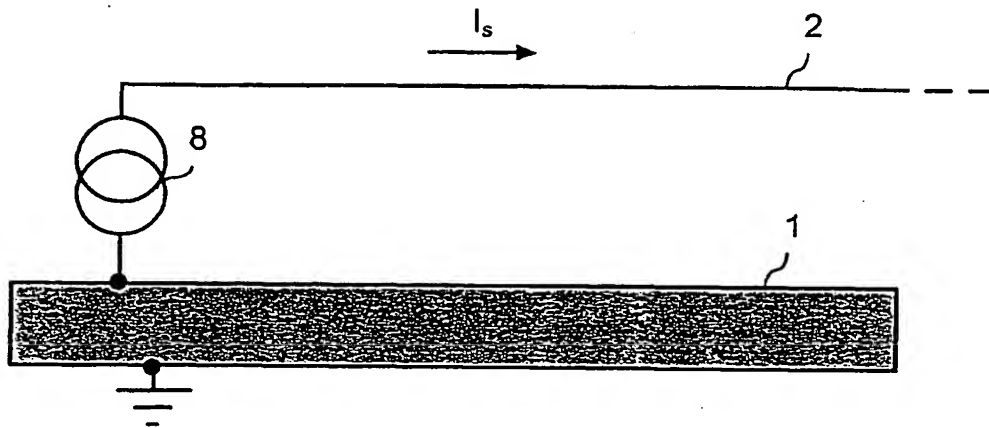


Fig. 3

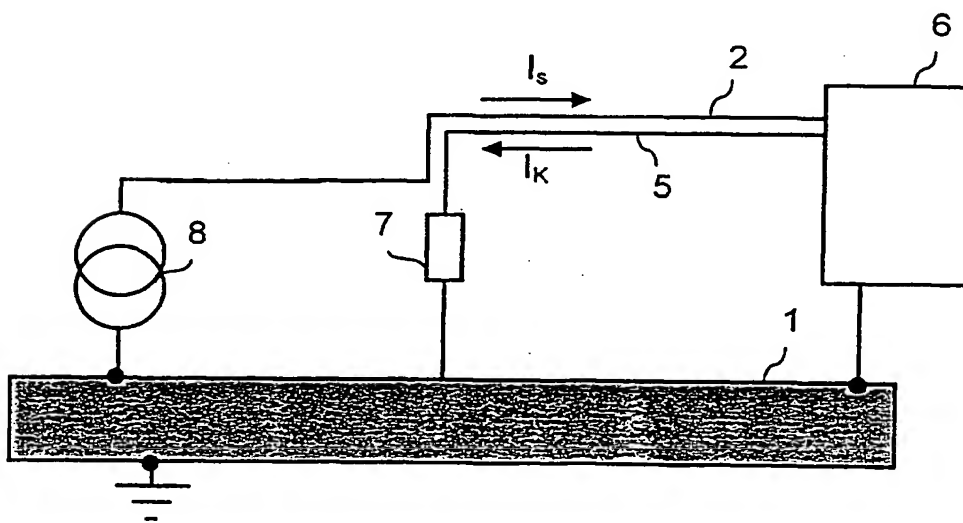


Fig. 4

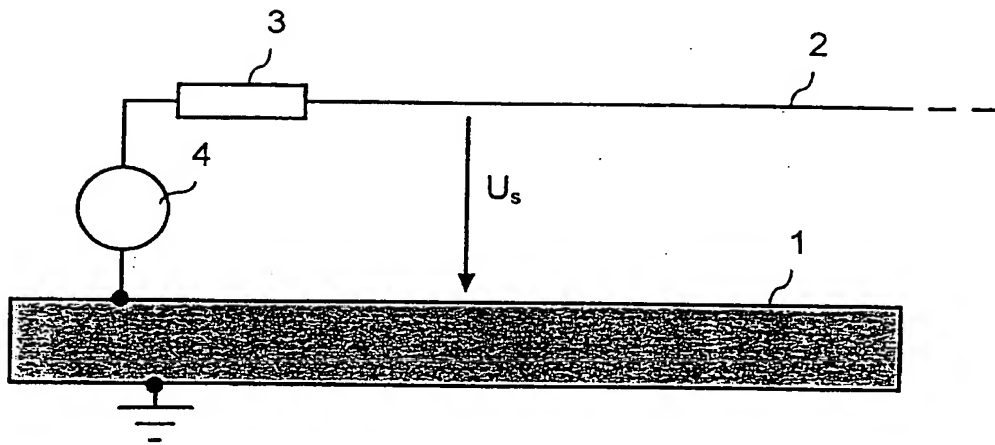


Fig. 1

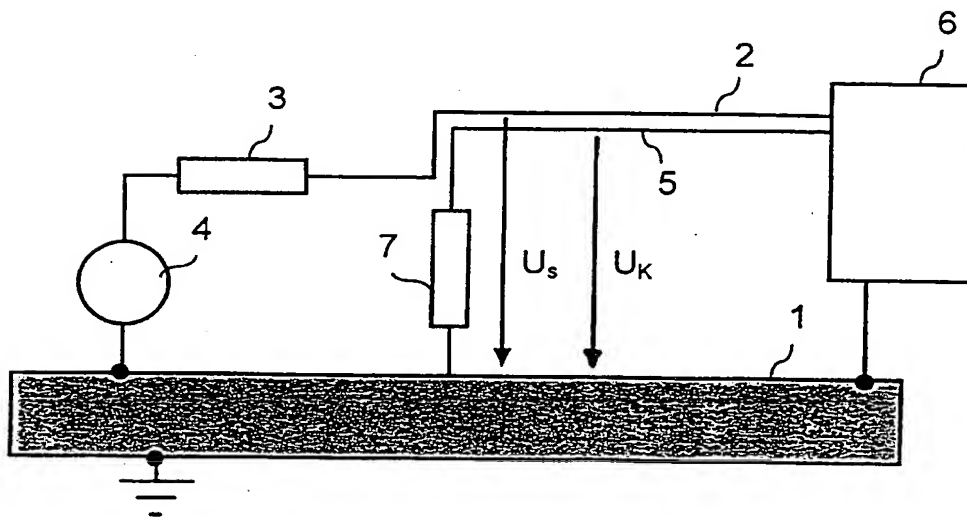


Fig. 2



**Electrical and/or magnetic field compensation device e.g. for electrical reception or measuring device, uses compensation conductor extending alongside electrical conductor providing interference field**

Patent Number: DE19940284  
Publication date: 2000-09-21  
Inventor(s): MINUTH JUERGEN (DE)  
Applicant(s): DAIMLER CHRYSLER AG (DE)  
Requested Patent: DE19940284  
Application Number: DE19991040284 19990825  
Priority Number(s): DE19991040284 19990825  
IPC Classification: H05K9/00; H01F13/00; H04B15/00  
EC Classification: H05K9/00E, H04B15/00  
Equivalents:

---

**Abstract**

---

The field compensation device uses one or more electrical compensation conductors (5), extending alongside one or more electrical conductors (2) providing the interference field, coupled to a compensation circuit (6), for providing a compensation current and voltage dependent on the detected interference.

---

Data supplied from the esp@cenet database - I2

THIS PAGE BLANK (b)(7)(D)

DOCKET NO: WMP-1FT-648

SERIAL NO: \_\_\_\_\_

APPLICANT: F. Klotz et al

LERNER AND GREENBERG P.A.

P.O. BOX 2480

HOLLYWOOD, FLORIDA 33022

TEL. (954) 925-1100